

采矿工程中的巷道掘进及支护研究

李强

(五矿二十三冶建设集团有限公司, 湖南 长沙 410000)

摘要:采矿工程中巷道的主要作用是供给矿产资源循环通道,保障工程人员在此过程中的安全性。由于巷道受地质条件等因素影响比较大,存在一定的安全风险,在掘进过程中需要应用支护技术,减少地质结构压力对巷道造成的压迫,确保采矿工程的进展顺利。本文探讨采矿工程中巷道掘进及支护技术应用,对其应用方法、技术参数等进行明确,为相关采矿工程掘进支护施工提供经验借鉴。

关键词:采矿工程;矿产资源;掘进施工;锚杆支护

中图分类号:TD353

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2022)11-0095-03

0 引言

巷道掘进是矿产资源挖掘的核心基础,对整个项目工程施工有着直接影响。支护技术应用受地质环境因素影响较大,施工部门应在科学地质勘察的基础上制定掘进机支护方案,减少掘进过程中产生的应力导致巷道发生坍塌等安全事故,造成巨大的人员及财产损失。如何科学、合理地应用采矿巷道掘进技术与支护技术是需重点考虑的问题。

1 案例分析

矿区位于大南湖地区,掘进工程为密1矿7煤皮带大巷,设计预计挖掘总工程量达到2634.25m,掘进工作时间自2019年11月,2021年2月竣工,共计历经15个月。掘进巷道用于矿井资源及相关设备的运输,借此满足矿产资源开发的实际需要。矿区位于东经92°18',北纬42°16',设计应用爆破掘进与机械掘进混合的方式进行施工,采用锚杆支护的方式进行巷道岩体加固。具体矿井情况如图1所示。

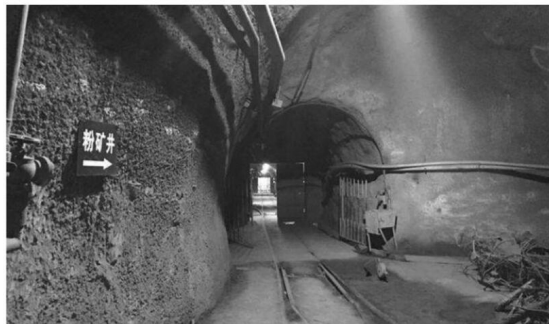


图1 矿井巷道局部

2 巷道掘进支护技术应用

2.1 地质结构

该区域的地质结构并未存在大量的断层,工程区域自上而下分别为炭质泥岩、弧形状纹理,基岩。基岩内部存在两个含水层,存在缝隙,顶部区域为砾岩,混合泥岩,下部区域为粉砂岩,深度在120m左右。该区域的岩石层比较完整,裂缝数量比较少,有少

量的地下水涌出。矿区西侧区域地质条件为粉砂岩与粗砂岩,含水层中存在大量砾岩,地层区域为直接含水层,裂缝承压水比较多,地质结构十分复杂^[1]。

2.2 巷道设计

巷道设计断面为拱形,宽度设计在5.6m左右,高度设计为4.4m左右,掘进工作面面积为21.98m²,底板厚度设计为0.2m,墙基础参数设计在12cm左右。在巷道左侧区域设计排水沟,设计其长度与宽度分别为0.4m、0.3m。臂厚度为0.1m。巷道掘进工程在主井、斜井施工完成之后开始。

2.3 巷道掘进施工技术应用

2.3.1 爆破掘进方式应用

矿区应用全断面施工技术进行掘进,按照不同工程施工阶段采用不同的掘进方式。掘进施工期间在工作面距离煤层12m位置钻孔施工,对该爆破区域的瓦斯含量进行探查,对爆破掘进施工的风险系数进行明确。经过勘察后爆破掘进施工可以保障安全性,矿井瓦斯含量十分稀少。根据勘察结果进行揭煤施工,对其进行支护方案设计,确保其在揭煤过程中不会出现冒落问题^[2]。

破岩掘进施工需采用钻爆破技术,根据勘察结果将钻眼距离控制在4m左右,在硬质较高的岩体区设计眼距与抵抗距之间的比例在0.75左右,质地较软的岩体比例控制在0.7左右。爆破掘进需要应用相应的炸药以及雷管,选择应用乳化炸药进行施工,每卷重量达到0.15kg,主要应用电雷管进行爆破,脚线参数控制在3m左右,爆破延期时间为13s左右。在爆破掘进过程中采用大串联的施工技术对雷管脚线进行处理,排除电流后将母线与脚线连接在一起。爆破掘进施工确保爆破区域并无人员,组织运输人员不得走钩。爆破结束之后进行除尘,采用水幕进行冲刷,爆破未达到尺寸的区域,人工应用风镐进行掘进,具体钻眼爆破情况如图2所示。

2.3.2 设备掘进技术应用

部分区域应用参数型号为EBZ200掘进机设备进行掘进施工。辅助应用皮带机、胶带输送机进行掘进施工。设备掘进施工



图2 爆破掘进钻眼施工

过程中需截割矸石,施工人员需要严格按照技术原理从下至上、从中间至四周的方式进行截割处理。设备掘进过程将头部区域位置调整至巷道区域,在中部区域进行初步尝试进行掘进,并在掘进的过程中左右对其进行摆动,最终出现横槽之后转化掘进设备截割刀的方向,采用由下至上的截割方式,掘进进刀参数需要控制在 50cm 左右最佳,当即将达到指定区域之后,从左下侧区域进一步进行截割,直至达到设计的区域。截割掘进的过程与支护工作之间处于循环的关系,两者之间反复循环状态下,完成对矿产资源的科学开发。

2.3.3 断层地质掘进技术

掘进施工过程中为了确保矿产资源开发的科学性,降低安全风险,预计采用管棚法、超前锚杆支护技术对其巷道掘进区域提前进行加固处理。掘进过程中的围岩情况比较破碎,可能会出现冒落情况,尤其是在巷道过断层区域。在该区域进行掘进施工过程中,使用超前管棚锚杆进行超前支护设计,其支护长度在 3m 左右,预防围岩冒落导致安全风险增加。断层破碎区域地质条件比较差,采用超前锚杆支护技术应适当增加锚杆之间的间距,辅助应用钢筋网以及金属支架等进行支护,采用多种加固支护技术。在掘进过程中,也要适当的减少掘进进尺参数,采用小而快的掘进方式,快速通过断层岩体破碎区域,及时对该区域进行封闭。

2.4 巷道掘进支护技术应用

2.4.1 支护形式设计

根据掘进施工方案与巷道实际环境,整体支护工程设计应用喷锚网施工技术进行支护。如在掘进施工过程中发现部分区域存在复合顶板、软岩基础,需要使用锚索进行施工时,需要结合实际掘进环境对锚索的长度进行明确,本案例中应用钢绞线进行,锚索的排距在 3.4m,每排需要使用 3 根锚索进行辅助加固。

支护施工过程中尽可能在巷道上侧区域挖掘出相应的矸石,进行蹬矸作业,在顶部区域悬挂相应的网片,应用临时支护的方式进行加固。采用液压点柱施工方式进行支护,并在指定区域安设相应的锚杆。期间如果出现高度不足问题时,需要应用脚手架或者护栏,实现对锚杆的安装以及保护。锚杆需要按照一定的规律进行布置,排距参数应控制在 0.85m×0.85m,锚杆的规格参数以及材料组成也需要进行固定,采用钢制的托板进行辅助施工,

托板为蝶状,其参数长、宽、高各项参数分别为 0.15m、0.15m、0.0008m。应用锚固剂对其进行粘合,每根锚杆需要配置两支锚固剂方可达到固定效果^④。

如在施工过程中遇到破碎性岩体,则需要辅助应用锚索对其进行加固。支护施工过程中所需要的钢筋网应用规格为 $\phi 6.0$ 的钢筋,采用焊接的方式将其编制成为钢筋网,确保组合而成的钢筋网孔位的大小在 0.1m×0.1m,在搭接位置应用铁丝对其进行绑扎处理。最后需要进行混凝土的喷射,使巷道岩体结构达到相应的强度^④。喷射混凝土的强度在 C25,在合理的配比基础上进行混凝土浆液的搅拌,将水泥、石子、水以及砂子按照相应的比例进行混合搅拌,使其在指定区域充分均匀混合。设计喷射混凝土比例分别为 1:1.05:2.5:0.4,具体支护设计结果如图 3 所示。



图3 预测支护设计成果

2.4.2 点柱支护技术

按照支护形式在设备掘进过程中采用液压点柱临时支护技术进行加固。单体点柱设计支撑在 2.5m,巷道宽度在 5m 左右,需要设置 2~3 根点柱进行加固处理。点柱支护施工过程只能应用压力水进行注液加压,在上侧区域辅助应用方木进行作帽处理,确保其单体点柱的牢固程度。单体点柱坐落在放木的中间区域,需要三个人共同协调下完成临时支护作业,三人分别完成扶持、注射、观察的责任,确保临时支护过程的科学性、安全性。

单体点柱在巷道掘进过程中起到临时支护的作用,但其质量必须符合巷道掘进施工的应力需求,确保掘进施工过程中不会出现冒落、坍塌等问题。临时支护需要确保点柱底部区域落到实底,或应用木块进行结实,上部区域应用木楔进行加固处理。临时点柱支护技术应用需要控制迎头距离在 0.8m 以下,按照巷道的走向进行柱帽位置设计,液压点柱的注射操作需要确保其不会出现漏液问题。完成支护后立刻进行锚杆支护。如巷道内侧区域存在岩石破碎的情况,可以辅助应用管棚支护技术。支护施工期间如果发现存在顶部区域压力过大或者出现异常声现象,需要待顶板位置稳定之后,进行帽柱施工达到加固保护目标,单体液压支护点柱内容如图 4 所示。

2.4.3 锚杆施工技术

锚杆施工需要严格按照支护工程施工标准进行,按照锚杆施工艺流程进行准备工作、打眼、钻眼、清除作业、锚杆装设。在将施工所需要应用的材料准备齐全之后进行打眼作业,在打眼前应严格按照巷道尺寸及打眼位置使用油漆等进行位置标示,确保



图4 单体液压力柱材料

位置与地质结构应力相契合。锚杆打眼位置需要严格明确,控制误差在 3cm 以内,角度误差需要在 10°以内。按照地质结构应力条件进行眼位深度确定,使用风煤钻设备进行锚杆眼的钻入。案例中施工锚杆眼的深度为 2.2m,钻好锚杆眼后进行清理作业并安装锚杆,按照锚杆的施工顺序从外至里、从内而外进行钻孔作业。安装锚杆过程中需要应压风装置将孔位内积水以及钻孔过程中掉落的粉末等进行处理,完成锚杆支护之后使用锚固剂将树脂送入到孔位底侧区域,随后将锚杆安设在孔位之中。

锚杆安装应严格按照相关标准,应用树脂药卷进行施工,其搅拌的时间以及安装方法均应明确,并对凝胶的速度进行具体施工作业。凝胶速度越快,则先进行施工,凝胶速度慢则后进行施工。期间支护施工人员需要缓慢均匀将凝胶注射在眼位之中,随后继续进行搅拌,最后应用钻机对锚杆进行顶压,需要控制其顶压时间在 2min 以上,当胶凝完成之后开始进行固定。

施工期间应格外注意锚杆的推进位置,需要保障其达到孔位最里侧区域,螺母的锚杆四口长度参数在 3cm 左右,采用满丝的的施工方式对其进行处理。螺母扭矩加固需要控制其扭矩力参数达到 200N 以上,完成锚杆支护固定。

2.4.4 锚索施工技术

锚索施工针对一些质地较软、破碎面比较大的区域。在应用锚索支护技术是需要结合施工区域对比锚索的尺寸以及大小,判断其是否符合设计标准。施工人员同时需要对锚索的位置、角度、深度等相关参数进行明确,在打眼位置参数明确的基础上进行锚索安装,最好控制眼位之间的误差在 3cm 以内,角度误差需要在 3°以内。

具体安装过程中施工人员需要采取敲帮问顶的方式判断巷道顶板区域是否牢固。并准备好锚索施工过程中可能需要应用到的钻机、套钎、高压油泵以及液压剪等锚索支护施工需要应用到的设备。确保各项材料设备符合设计标准与设备规范之后进行锚索安装的眼位设计,采用锚杆钻机进行钻孔施工,确保钻入的深度符合设计标准。当深度达标之后将锚固剂输送至孔位底部,在锚索的末端位置使用驱动设备将其插入到锚杆机装置上。当锚索搅拌安装完成之后,锚杆机应确保自身推进力的均匀稳定进行,在 1min 之后方可将其进行处理,处理过程中缓慢将设备下放。当凝固剂注入达到 1h 后,进行拉和托盘施工作业,将油缸、安全链安设在指定的位置,开启泵机进行拉扯,观察压力表

中的数值变化,直到其达到设计标准之后停止。

2.4.5 喷浆施工技术

喷浆施工需要应用喷浆机设备进行作业,使用搅拌机设备进行混凝土的搅拌。相关设备需要放置在矿井口周边位置,在合理的配比与均匀混合搅拌情况将混凝土浆液喷射至指定的区域。喷射过程中需要满足设计标准,排除一切影响喷射质量的显像管要素,检查喷射管道是否良好。施工人员首先对巷道位置的岩帮进行压力冲刷,并按照阶段性喷射原则,冲洗一段区域喷浆一段区域。

喷射过程中使用风压设备将混凝土从管道之中喷射出来。由于混凝土注浆喷浆受地质结构影响比较大,根据地质勘察结果对其在岩体之中的凝结速度进行判断,合理的对喷射轨迹以及喷射顺序进行明确。案例中喷头保持与喷射点之间的距离在 1m 左右,控制喷射角度在 12°左右,辅助使用加速凝剂对其进行处理,时间控制在 20min 左右为最佳。喷射完成 3h 之后对其进行喷水养护,养护时间需要达到 8d 以上。一次喷射工作喷射厚度应在 6cm 左右,结束喷射之后需要进行质量检查。但当喷射过程中发现喷射管道或者喷头发生堵塞故障,操作人员需要将喷头口冲下,避免对周围环境以及人员造成影响,具体喷射质量要求如表 1 所示。

表 1 混凝土喷射参数

设计要求	参数指标/cm	设计标准/cm
厚度	12	≥12
平整度	—	≤5
基础深度	10	≤10

3 结论

综上所述,巷道掘进技术分为爆破与设备掘进两种,不同的地质环境需要应用不同的掘进方式。但无论何种方式都会导致地下岩体发生应力变更,导致地质环境中的应力条件发生变化,需要采用支护技术对巷道进行加固处理,支护大都应用锚杆支护、注浆支护技术,通过改变巷道应力条件的方式达到提高采矿工程安全系数的目标。

参考文献

- [1] 李刚.EEBZ-160 型悬臂式掘进机在大坡度巷道掘进中的改进及应用[J].煤矿机械,2022,43(2):153-155.
- [2] 崔立德.掘锚一体机在复杂地质条件巷道掘进中的应用研究[J].机械管理开发,2021,36(12):214-215,217.
- [3] 李广疆.蒙陕矿区深部强矿压小煤柱巷道采空水综合防控技术研究[J].中国资源综合利用,2021,39(12):28-33.
- [4] 田春阳,常云博,朱涛,等.6m 大采高工作面沿空掘巷窄煤柱宽度及围岩控制技术研究[J].煤炭工程,2021,53(12):39-44.

收稿日期:2022-01-24

作者简介:李强(1984—),男,汉族,湖南浏阳人,本科,工程师,主要从事采矿工程施工工作。